

PAT-NO: JP02003006813A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003006813 A

TITLE: THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURING METHOD

PUBN-DATE: January 10, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATONO, NAOTO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHINKA JITSUGYO KK	N/A

APPL-NO: JP2001186521

APPL-DATE: June 20, 2001

INT-CL (IPC): G11B005/31

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thin film magnetic head and its manufacturing method that can be shortened in manufacturing time.

**SOLUTION:** After forming a record gap layer 12 using non-magnetic conductive materials, such as copper, a top magnetic pole 13 is formed on the record gap layer 12 by growing a plating film, using this record gap layer 12 as a seed layer. Since the process which newly forms a seed layer other than the record gap layer 12, and the process which removes this newly formed seed layer selectively become unnecessary unlike the case where the record gap layer 12 is formed using non-magnetic insulating materials, such as an alumina. Accordingly, the number of manufacturing processes is reduced and the manufacturing time of the thin film magnetic head is shortened.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-6813

(P2003-6813A)

(43) 公開日 平成15年1月10日 (2003.1.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームコード\* (参考)

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

E 5 D 0 3 3

C

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-186521 (P2001-186521)

(22) 出願日 平成13年6月20日 (2001.6.20)

(71) 出願人 500393893

新科實業有限公司

香港新界葵涌葵豊街38-42號 新科工業中心

(72) 発明者 的野 直人

長野県佐久市小田井543

(74) 代理人 100109656

弁理士 三反崎 泰司 (外1名)

Fターム (参考) 5D033 BA21 BA22 DA03 DA04 DA08

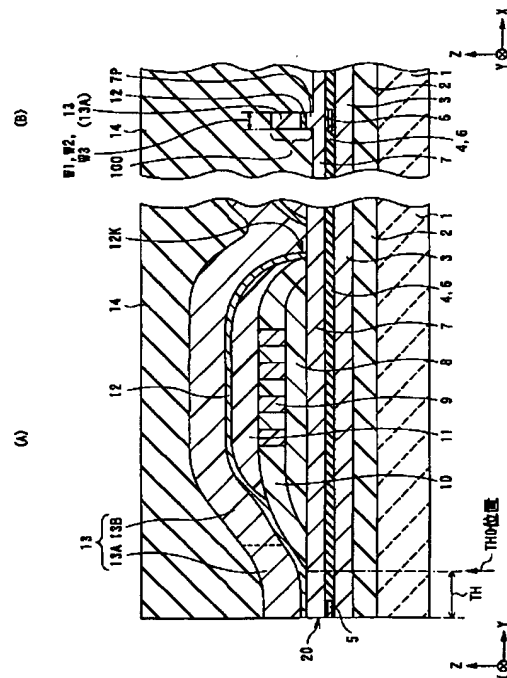
DA31

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 製造時間を短縮することが可能な薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 銅などの非磁性導電材料を用いて記録ギャップ層12を形成したのち、この記録ギャップ層12をシード層として用いてめっき膜を成長させることにより、記録ギャップ層12上に上部磁極13を形成する。アルミナなどの非磁性絶縁材料を用いて記録ギャップ層12を形成した場合とは異なり、記録ギャップ層12以外に新たにシード層を形成する工程やこの新たに形成したシード層を選択的に除去する工程が不要になるため、製造工程数が削減され、薄膜磁気ヘッドの製造時間が短縮する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ギャップ層に接しこれを挟むようにして互いに対向すると共に記録媒体に面するように配置される第1および第2の磁極先端部分、を有する、互いに磁氣的に連結された第1および第2の磁性層と、これらの第1および第2の磁性層の間の空間に配設された薄膜コイルと、前記薄膜コイルを前記第1および第2の磁性層の間の空間に埋め込む絶縁層とを有する薄膜磁気ヘッドであって、

少なくとも前記第1の磁極先端部分はめっき膜よりなり、前記ギャップ層は非磁性導電材料により構成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記ギャップ層は、イオンミリングによるエッチング速度が前記第2の磁性層に対するエッチング速度の0.5倍より大きく2倍以下の範囲内の非磁性導電材料により構成されていることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記ギャップ層は、銅(Cu)、クロム(Cr)、タンタル(Ta)、アルミニウム(Al)、金(Au)、ニオブ(Nb)、タングステン(W)、ルテニウム(Ru)、モリブデン(Mo)、ベリリウム(Be)、ニッケル銅(NiCu)、ニッケルクロム(NiCr)、ニッケルリン(NiP)、ベリリウム銅(BeCu)からなる群のうちの一つ、またはこれらの群のうちの少なくとも一つを含む合金により構成されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記第1の磁極先端部分を含む前記第1の磁性層は、単一のめっき膜により構成されていることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 ギャップ層に接しこれを挟むようにして互いに対向すると共に記録媒体に面するように配置される第1および第2の磁極先端部分、を有する、互いに磁氣的に連結された第1および第2の磁性層と、これらの第1および第2の磁性層の間の空間に配設された薄膜コイルと、前記薄膜コイルを前記第1および第2の磁性層の間の空間に埋め込む絶縁層とを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

非磁性導電材料を用いて前記ギャップ層を形成する工程と、前記ギャップ層を電極として用いてめっき膜を成長させることにより、前記ギャップ層上に、少なくとも前記第1の磁極先端部分を選択的に形成する工程とを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項6】 さらに、少なくとも前記第1の磁極先端部分をマスクとして用いて、イオンミリングにより、前記ギャップ層を選択的にエッチングし、引き続き前記第2の磁性層を所定の深さ

まで選択的にエッチングする工程を含むことを特徴とする請求項5記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項7】 前記非磁性導電材料として、イオンミリングによるエッチング速度が前記第2の磁性層に対するエッチング速度の0.5倍より大きく2倍以下の範囲内のものを用いることを特徴とする請求項5または請求項6に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】 前記非磁性導電材料として、銅、クロム、タンタル、アルミニウム、金、ニオブ、タングステン、ルテニウム、モリブデン、ベリリウム、ニッケル銅、ニッケルクロム、ニッケルリン、ベリリウム銅からなる群のうちの一つ、またはこれらの群のうちの少なくとも一つを含む合金を用いることを特徴とする請求項5ないし請求項7のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項9】 前記第1の磁極先端部分を含む前記第1の磁性層を、単一のめっき膜からなるように形成することを特徴とする請求項5ないし請求項8のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴い、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、例えば、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録ヘッドと、読み出し用の磁気抵抗(以下、MR(Magneto Resistive))と記す。)素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】記録ヘッドは、例えば、酸化アルミニウム( $Al_2O_3$ ; 以下、単に「アルミナ」という。)などの非磁性絶縁材料からなる記録ギャップ(write gap)を挟んでその上下に配設された上部磁極(トップポール)および下部磁極(ボトムポール)と、これらの上部磁極と下部磁極との間の空間に配設された磁束発生用のコイルと、このコイルを上部磁極と下部磁極との間の空間に埋め込む絶縁層とを含んで構成されている。上部磁極および下部磁極は、磁気記録媒体(以下、単に「記録媒体」という。)に対向する記録媒体対向面(エアベアリング面)に近い側の領域の記録ギャップ近傍において互いにほぼ同一の一定幅を有しており、これらの部位により記録トラック幅を規定するトリム構造が構成されている。このトリム構造は、例えば、記録媒体の記録トラック幅を画定する一定幅を有する部分(以下、単に「一定幅部分」という。)を含む上部磁極を形成したのち、この一定幅部分をマスクとして用いて、記録ギャップおよび下部磁極を自己整合的にエッチングすることにより形

成される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、薄膜磁気ヘッドの製造や性能に関するいくつかの改善要請がなされている。製造の観点に関する要請としては、例えば、製造工程を簡略化し、製造時間を短縮することが挙げられる。また、性能の観点に関する要請としては、例えば、高記録密度化を達成するために、トリム構造の幅（磁極幅）をサブミクロンオーダー（例えば約0.5μm以下）まで極微小化し、記録媒体のトラック密度を上げる

ことが挙げられる。【0005】しかしながら、従来は、薄膜磁気ヘッドの製造に多数の製造工程を要するため、製造時間を短縮することが困難であると共に、記録ギャップ層および下部磁極を自己整合的にエッチングする際の加工精度が十分でないため、磁極幅を高精度に極微小化することが困難であるという問題があった。

【0006】本発明はかかる問題点を鑑みてなされたもので、その第1の目的は、製造時間を短縮することが可能な薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供すること

にある。【0007】また、本発明の第2の目的は、磁極幅を高精度に極微小化することが可能な薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、ギャップ層に接しこれを挟むようにして互いに対向すると共に記録媒体に面するように配置される第1および第2の磁極先端部分を有する互いに磁気的に連結された第1および第2の磁性層と、これらの第1および第2の磁性層の間の空間に配設された薄膜コイルと、薄膜コイルを第1および第2の磁性層の間の空間に埋め込む絶縁層とを有するものであり、少なくとも第1の磁極先端部分がめっき膜よりなり、ギャップ層が非磁性導電材料により構成されるようにしたものである。

【0009】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、ギャップ層に接しこれを挟むようにして互いに対向すると共に記録媒体に面するように配置される第1および第2の磁極先端部分を有する互いに磁気的に連結された第1および第2の磁性層と、これらの第1および第2の磁性層の間の空間に配設された薄膜コイルと、薄膜コイルを第1および第2の磁性層の間の空間に埋め込む絶縁層とを有する薄膜磁気ヘッドを製造する方法であり、非磁性導電材料を用いてギャップ層を形成する工程と、ギャップ層を電極として用いてめっき膜を成長させることにより、ギャップ層上に少なくとも第1の磁極先端部分を選択的に形成する工程とを含むようにしたものである。

【0010】本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、非磁性導電材料を用いてギャップ層が形成されたのち、このギャップ層を電極として用いてめっき膜が

成長することにより、ギャップ層上に少なくとも第1の磁極先端部分が選択的に形成される。非磁性絶縁材料を用いてギャップ層が形成される場合とは異なり、めっき膜を成長させるために必要な電極層をギャップ層以外に別途形成する工程が不要になるため、製造工程数が削減される。

【0011】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、少なくとも第1の磁極先端部分をマスクとして用いて、イオンミリングにより、ギャップ層を選択的にエッチングし、引き続き第2の磁性層を所定の深さまで選択的にエッチングするようにしてもよい。

【0012】本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、非磁性導電材料として、イオンミリングによるエッチング速度が第2の磁性層に対するエッチング速度の0.5倍より大きく2倍以下の範囲内のものを用いるようにするのが好ましい。具体的には、銅、クロム、タンタル、アルミニウム、金、ニオブ、タングステン、ルテニウム、モリブデン、ベリリウム、ニッケル銅、ニッケルクロム、ニッケルリン、ベリリウム銅からなる群のうちの一つ、またはこれらの群のうちの少なくとも一つを含む合金を用いることが可能である。

【0013】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁極先端部分を含む第1の磁性層を単一のめっき膜からなるように形成するようにしてもよい。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0015】＜薄膜磁気ヘッドの製造方法＞まず、図1～図9を参照して、本発明の一実施の形態に係る「薄膜磁気ヘッドの製造方法」としての複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。なお、本発明の「薄膜磁気ヘッド」は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法によって具現化されるので、以下併せて説明する。図1～図6は薄膜磁気ヘッドの製造方法を表すものであり、各図中における（A）はエアベアリング面に垂直な断面、（B）はエアベアリング面に平行な断面をそれぞれ示している。図7～図9は、図2～図4に示した断面構成に対応する平面構成をそれぞれ表している。なお、図7～図9では、図2～図4に示した構成要素のうちの主要素のみを図示している。

【0016】以下の説明では、図1～図9の各図中におけるX軸方向を「幅」、Y軸方向を「長さ」、Z軸方向を「厚み（または高さ）」と表記すると共に、Y軸方向のうちのエアベアリング面20（図6参照）側（または後工程においてエアベアリング面20となる側）を「前側（または前方）」、その反対側を「後側（または後方）」と表記するものとする。なお、後述する図10以降の説明においても、X、Y、Z軸方向について同様に表記するものとする。

【0017】本実施の形態の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ ) よりなる基板1上に、例えばアルミナよりなる絶縁層2を約 $3.0\mu\text{m} \sim 5.0\mu\text{m}$ 程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層2上に、例えば後述するめっき処理を用いて、例えばニッケル鉄合金 ( $\text{NiFe}$ : 以下、単に「パーマロイ (商品名) という。') よりなる下部シールド層3を約 $2.0\mu\text{m}$ の厚みで選択的に形成する。下部シールド層3を形成する際には、例えば、後述する図10に示したような平面形状を有する

【0018】次に、図1に示したように、下部シールド層3上に、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナよりなるシールドギャップ膜4を約 $0.01\mu\text{m} \sim 0.1\mu\text{m}$ の厚みで形成する。次に、シールドギャップ膜4上に、高精度のフォトリソグラフィ処理を用いて、MR素子を構成するためのMR膜5を所望のパターン形状となるように形成する。次に、シールドギャップ膜4を形成した場合と同様の材料および形成方法を用いて、MR膜5を覆うようにシールドギャップ膜6を形成し、MR膜5をシールドギャップ膜4、6内に埋設する。

【0019】次に、図1に示したように、シールドギャップ膜6上に、例えば下部シールド層3を形成した場合と同様の形成方法および形成材料を用いて、下部磁極7を約 $2.0\mu\text{m} \sim 3.0\mu\text{m}$ の厚みで選択的に形成する。下部磁極7を形成する際には、例えば、後述する図10に示したような平面形状を有するようにする。ここで、下部磁極7が、本発明における「第2の磁性層」の一具体例に対応する。

【0020】次に、下部磁極7上に、加熱時に流動性を示す材料、例えばフォトレジストなどの有機絶縁材料を塗布して、フォトレジスト膜を選択的に形成する。次に、このフォトレジスト膜に対して、約 $200^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ の温度で熱処理を施す。この熱処理により、図2および図7に示したように、絶縁層8が選択的に形成される。絶縁層8の端縁近傍の表面は、熱処理時におけるフォトレジストの流動に応じて丸みを帯びた斜面をなす。絶縁層8を形成する際には、その配設領域が、後述する薄膜コイル9の配設領域に対応するようにする。

【0021】次に、図2および図7に示したように、絶縁層8上に、例えば電解めっき法により、例えば銅 ( $\text{Cu}$ ) よりなる誘導型の記録ヘッド用の薄膜コイル9を約 $1.5\mu\text{m}$ の厚みで選択的に形成する。薄膜コイル9を形成する際には、例えば、図7に示したような渦巻状の巻線構造を有するようにする。

【0022】次に、図2および図7に示したように、絶縁層8を形成した場合と同様の形成材料および形成方法により、絶縁層8、薄膜コイル9およびこれらの周辺領域を覆うように、絶縁層10を選択的に形成する。薄膜コイル9の各巻線間、絶縁層10により隙間なく埋め

つくされる。絶縁層10を形成する際には、例えば、薄膜コイル9の上面が露出するようにする。

【0023】次に、図2および図7に示したように、絶縁層8を形成した場合と同様の形成材料および形成方法により、絶縁層10上に、絶縁層11を選択的に形成する。絶縁層11を形成する際には、例えば、少なくとも薄膜コイル9を覆うようにすると共に、その前端が、絶縁層10の前端よりも後退するようにする。薄膜コイル9は、絶縁層8、10、11により、その周辺から電気的に分離される。ここで、絶縁層8、10、11の集合体が、本発明における「絶縁層」の一具体例に対応する。

【0024】次に、図2および図7に示したように、例えばスパッタリングにより、全体を覆うように、記録ギャップ層12を約 $0.1\mu\text{m} \sim 0.3\mu\text{m}$ の厚みで形成する。記録ギャップ層12を形成する際には、後工程において形成される上部磁極13 (図3参照) と下部磁極7とを接続させるための開口部12Kを形成しておく。記録ギャップ層12の形成材料としては、例えば、そのイオンミリングによるエッチング速度 $E_1$ が、下部磁極7に対するエッチング速度 $E_2$ の約0.5倍より大きく2倍以下の範囲内 ( $0.5E_1 < E_2 \leq 2E_1$ ) の非磁性導電材料、例えば銅、クロム ( $\text{Cr}$ )、タンタル ( $\text{Ta}$ )、アルミニウム ( $\text{Al}$ )、金 ( $\text{Au}$ )、ニオブ ( $\text{Nb}$ )、タングステン ( $\text{W}$ )、ルテニウム ( $\text{Ru}$ )、モリブデン ( $\text{Mo}$ )、ベリリウム ( $\text{Be}$ )、ニッケル銅 ( $\text{NiCu}$ )、ニッケルクロム ( $\text{NiCr}$ )、ニッケルリン ( $\text{NiP}$ )、ベリリウム銅 ( $\text{BeCu}$ ) からなる群のうちの一つ、またはこれらの群のうちの少なくとも一つを含む合金を用いるようにする。特に、記録ギャップ層12の形成材料としては、エッチング速度 $E_1$ がエッチング速度 $E_2$ にほぼ等しい ( $E_1 \approx E_2$ ) タンタルやルテニウムなどを用いるようにするのがより好ましい。この記録ギャップ層12は、下部磁極7と上部磁極13との間に記録用の信号磁束を発生させるためのギャップとして機能すると共に、後工程においてめっき処理により上部磁極13を形成するためのシード層 (電極) として機能するものである。ここで、記録ギャップ層12が、本発明における「ギャップ層」の一具体例に対応する。

【0025】次に、全体にフォトレジストを塗布してフォトレジスト膜を形成したのち、このフォトレジスト膜を高精度のフォトリソグラフィ処理によってパターンニングすることにより、上部磁極13を形成するための枠組み (フレームパターン; 図示せず) を選択的に形成する。

【0026】次に、先工程において形成したフレームパターンを用いると共に、記録ギャップ層12をシード層として用いて、めっき膜を成長させることにより、図3および図8に示したように、後工程においてエアベアリング面20となる側から (図3中の左側、図8中の下

側)から開口部12Kにかけての領域に、ニッケル、コバルト(Co)または鉄(Fe)を含む高飽和磁束密度材料、例えばパーマロイ、コバルト鉄(CoFe)またはニッケルコバルト鉄(CoFeNi)などよりなる上部磁極13を約0.3 $\mu$ m~6.0 $\mu$ mの厚みで選択的に形成する。上部磁極13を形成する際には、例えば、図8に示したように、後工程においてエアベアリング面20となる側から順に、記録トラック幅を規定する極微小な一定幅W1(例えばW1 $\approx$ 0.3 $\mu$ m)を有する先端部13Aと、この先端部13Aの幅よりも大きな幅を有するヨーク部13Bとを含むようにする。上部磁極13の構造的特徴については後述する。上部磁極13は、開口部12Kにおいて下部磁極7と磁氣的に連結され、これらの下部磁極7および上部磁極13により磁束の伝播経路(磁路)が形成される。ここで、上部磁極13が本発明における「第1の磁性層」の一具体例に対応し、先端部13Aが本発明における「第1の磁極先端部分」の一具体例に対応する。

【0027】次に、図4および図9に示したように、上部磁極13をマスクとして用いて、例えばイオンミリングにより、記録ギャップ層12のうち、上部磁極13の配設領域に対応する部分以外の部分をエッチングして除去する。

【0028】次に、記録ギャップ層12に対するエッチング処理に引き続き、図4および図9に示したように、上部磁極13周辺の下部磁極7等を同様にエッチングして除去する。下部磁極7等をエッチングする際には、例えば、記録ギャップ層12の表面からのエッチング深さが約0.5 $\mu$ mとなるまで下部磁極7を掘り下げるようにする。これにより、トリム構造100が形成される。このトリム構造100は、上部磁極13の先端部13A(幅W1)と、下部磁極7のうちの先端部13Aに対応する部分(部分7P;幅W2)と、記録ギャップ層12のうちの先端部13Aと部分7Pとに挟まれた部分(幅W3)とにより構成され、これらの各部位は互いにほぼ同一の幅(W1=W2=W3)を有することとなる。ここで、部分7Pが、本発明における「第2の磁極先端部分」の一具体例に対応する。

【0029】次に、図5に示したように、全体を覆うように、例えばアルミナなどの無機絶縁材料よりなるオーバーコート層14を約20 $\mu$ m~40 $\mu$ mの厚みで形成する。

【0030】最後に、図6に示したように、機械加工や研磨工程により記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面20を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0031】<薄膜磁気ヘッドの構造>次に、図10を参照して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面構成について説明する。

【0032】図10は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法により製造された薄膜磁気ヘッドの平面

構成の概略を表すものである。なお、図10では、基板1、絶縁層2、シールドギャップ膜4、6およびオーバーコート層14の図示を省略している。また、薄膜コイル9についてはその最外周の一部のみを示している。図6(A)は、図10におけるVIA-VIA線に沿った矢視断面に相当する。

【0033】絶縁層10の前端の位置は、記録ヘッドの性能を決定する因子の1つであるスロートハイト(TH)を決定する際の基準となる位置、すなわちスロートハイトゼロ位置(TH0位置)である。スロートハイトは、絶縁層10の前端の位置(TH0位置)からエアベアリング面20までの長さとして規定される。

【0034】上部磁極13は、上記したように、記録ギャップ層12上に配設されており、例えば、エアベアリング面20から順に、記録トラック幅を規定する極微小な一定幅W1を有する先端部13Aと、この先端部13Aと磁氣的に連結され、薄膜コイル9により発生した磁束を収容するためのヨーク部13Bとを含んでいる。先端部13Aは、例えば、矩形の平面形状を有している。ヨーク部13Bの幅は、先端部13Aの幅Wよりも大きく、例えば、その後方部においてほぼ一定であり、前方部においてエアベアリング面20に近づくにつれて徐々に狭まるようになっている。

【0035】<薄膜磁気ヘッドの動作>次に、図6および図10を参照して、薄膜磁気ヘッドの動作について説明する。

【0036】この薄膜磁気ヘッドでは、情報の記録動作時において、図示しない外部回路を通じて薄膜コイル9に電流が流れると、これに応じて磁束が発生する。このとき発生した磁束は、上部磁極13のヨーク部13Bに収容されたのち、ヨーク部13Bから先端部13Aへ伝播する。先端部13Aへ伝播した磁束は、さらに、先端部13Aのエアベアリング面20側の先端部分に到達する。先端部13Aの先端部分に到達した磁束により、記録ギャップ層8近傍の外部に記録用の信号磁束が発生する。この信号磁束により記録媒体が部分的に磁化され、記録媒体に情報が記録される。

【0037】一方、情報の再生動作時においては、MR膜5にセンス電流を流す。MR膜5の抵抗値は、磁気記録媒体からの再生信号磁界に応じて変化するので、その抵抗変化をセンス電流の変化によって検出することにより、磁気記録媒体に記録されている情報が読み出される。

【0038】<実施の形態の作用および効果>次に、図6、図11および図12を参照して、本実施の形態の作用および効果について説明する。図11は本実施の形態の薄膜磁気ヘッドに対する比較例としての従来の薄膜磁気ヘッドの断面構成を表すものであり、図6に対応している。図12は薄膜磁気ヘッドの製造に要する主な製造工程を説明するための流れ図であり、(A)は比較例の

薄膜磁気ヘッド、(B)は本実施の形態の薄膜磁気ヘッドについてそれぞれ示している。図12では、記録ギャップ層の形成からトリム構造の形成に至る主な製造工程を示しており、図中において破線で結ばれた工程は互に対応関係にあることを表している。なお、図11に示した薄膜磁気ヘッドについて、以下で説明する点以外の構成は、図6に示した薄膜磁気ヘッドの構成と同様である。

【0039】本実施の形態では、非磁性導電材料を用いて記録ギャップ層12を形成したのち、この記録ギャップ層12をシード層として用いて、めっき処理により記録ギャップ層12上に上部磁極13を形成するようにしたので、以下のような理由により、薄膜磁気ヘッドの製造時間を短縮することができる。

【0040】すなわち、比較例(図11)では、例えばアルミナなどの非磁性絶縁材料を用いて記録ギャップ層22が形成されている。このような場合には、めっき処理により記録ギャップ層22上に上部磁極13を直接形成することができないため、めっき処理を行うために必要な電極膜としてのシード層を記録ギャップ層22上に新たに形成する工程が必要になる。しかも、さらに、めっき処理によりシード層上に上部磁極13を形成したのち、新たに形成したシード層のうち、上部磁極13の形成領域に対応する部分以外の不要な部分をエッチング処理により選択的に除去する工程も必要になる。これらのことから、比較例において要する製造工程数は、「記録ギャップ層の形成(S101)」、「シード層の形成(S102)」、「フレームパターンの形成(S103)」、「めっき処理(上部磁極の形成; S104)」、「シード層の選択的除去(S105)」、「記録ギャップ層の選択的除去(S106)」、「下部磁極の選択的除去(トリム構造の形成; S107)」の計7工程となる(図12参照)。

【0041】これに対して、本実施の形態(図6参照)では、非磁性導電材料により構成された記録ギャップ層12がシード層としての機能も兼ねるため、比較例において必要であった新たにシード層を形成する工程やこの新たに形成したシード層を選択的に除去する工程が不要になる。これらのことから、本実施の形態において要する製造工程数は、「記録ギャップ層12の形成(S201)」、「フレームパターンの形成(S202)」、「めっき処理(上部磁極13の形成; S203)」、「記録ギャップ層12の選択的除去(S204)」、「下部磁極7の選択的除去(トリム構造100の形成; S205)」の計5工程となり、比較例よりも2工程削減される(図12参照)。したがって、削減された製造工程の分だけ、薄膜磁気ヘッドの製造時間が短縮される。しかも、本実施の形態では、「記録ギャップ層12の選択的除去(S204)」工程と「下部磁極7の選択的に除去(S205)」工程とを連続的に、あたかも1

つの工程であるかのように行うことができるので、この点でも製造時間が短縮される。

【0042】さらに、本実施の形態では、非磁性導電材料を用いて記録ギャップ層12を形成したことにより、上記した製造時間の短縮と共に、磁極幅を高精度に極微小化することもできる。以下、図13を参照して、この点について説明する。図13は、トリム構造100の形成精度に関する記録ギャップ層12のエッチング速度E1の影響を説明するための図であり、図6(B)に対応している。

【0043】すなわち、上記「薄膜磁気ヘッドの製造方法」において記録ギャップ層12の形成材料として列記した銅などの非磁性導電材料は、一般に、アルミナなどの非磁性絶縁材料よりも、イオンミリングによるエッチング速度が速いことが知られている。非磁性絶縁材料を用いて記録ギャップ層12を形成した比較例(図11参照)では、トリム構造100を形成すべく、上部磁極13をマスクとして用いてイオンミリングにより記録ギャップ層12および下部磁極7を選択的にエッチングすると、記録ギャップ層12のエッチング速度E1が遅く、エッチング量が減少するため、記録ギャップ層12の加工幅W3が先端部13Aの幅W1より大きくなると共に(W3>W1)、部分7Pの加工幅W2も先端部13Aの幅W1より大きくなってしまい(W2>W1)、磁極幅を高精度に極微小化することが困難になる(図13(A)参照)。

【0044】これに対して、非磁性導電材料を用いて記録ギャップ層12を形成した本実施の形態では、記録ギャップ層12のエッチング速度E1が速く、上部磁極13および下部磁極7のエッチング速度に近くなるので、比較例と異なり、図6(B)に示したように、記録ギャップ層12の加工幅W3および下部磁極7の加工幅W2の双方を先端部13Aの幅W1に一致させることが可能になり(W1=W2=W3)、磁極幅を高精度に極微小化することが可能になる。

【0045】このことは、表1に示した結果から明らかである。表1は、磁極幅の加工精度に関する実験結果を表すものであり、上段は比較例、下段は本実施の形態についてそれぞれ示している。ここでは、実験項目として、平均磁極幅( $\mu\text{m}$ )、磁極幅の標準偏差( $\mu\text{m}$ )、先端部13Aの加工幅W1と部分7Pの加工幅W2との差(幅差=W2-W1; $\mu\text{m}$ )について示している。

【0046】

【表1】

11

平均磁極幅 ( $\mu\text{m}$ )	標準偏差 ( $\mu\text{m}$ )	幅差 ( $\mu\text{m}$ )
0.325	0.031	0.05
0.316	0.017	0.01

【0047】表1に示した結果から明らかなように、本実施の形態では、いずれの実験項目についても比較例より小さい値が得られた。すなわち、平均磁極幅がより小さいことから、磁極幅をより極微小化することが可能であることが確認された。また、磁極幅の標準偏差および幅差がより小さいことから、磁極幅のばらつきが少なく、トリム構造100をより高精度に形成可能であることが確認された。イオンミリングによる記録ギャップ層12のエッチング速度E1を調べたところ、比較例においてはエッチング速度E1が下部磁極7のエッチング速度E2の0.5倍であるのに対して、本実施の形態においてはエッチング速度E1がエッチング速度E2の約0.5倍より大きく約2倍以下であった。特に、エッチング速度E1は、エッチング速度E2とほぼ等しいことがより好ましい。

【0048】なお、記録ギャップ層12のエッチング速度E1が下部磁極7のエッチング速度E2の約2倍より大きくなると、図13(B)に示したように、記録ギャップ層12が過剰にエッチングされるため、その加工幅W3が、先端部13Aの幅W1や部分7Pの幅W2よりも極端に小さくなってしまふ。このような場合には、先端部13Aと部分7Pとの間における漏れ磁束の発生量が増加し、信号磁束が不足する可能性が生じる。したがって、エッチング速度E1があまりに大きすぎるのも好ましくない。以上より、記録ギャップ層12のエッチング速度E1は、上記範囲内にあるのが好ましく、特に、下部磁極7のエッチング速度E2にほぼ等しいのがより好ましい。

【0049】また、本実施の形態では、トリム構造100の形成手法としてイオンミリングを用いているので、薄膜磁気ヘッドの製造の容易化の観点においても利点を有する。すなわち、上記したように、非磁性絶縁材料により構成された記録ギャップ層12をイオンミリングによりエッチングすると、記録ギャップ層12のエッチング速度E1が遅いため、製造時間の長期化を招いてしまふ。この場合、製造時間を短縮すべくエッチング速度E1を速くするためには、例えば、エッチング手法として反応性イオンビームエッチング(Reactive Ion Beam Etching; RIBE)を用い、物理的および化学的なエッチング作用を利用して記録ギャップ層12を加工する手段が考えられる。しかしながら、RIBEを用いた場合には、化学的なエッチング作用を確保するために、エッチングガスの準備やエッチング温度の設定などの作業が

12

必要になるため、エッチング処理が煩雑になる。これに対して、本実施の形態で利用するイオンミリングは、RIBEとは異なり、エッチングガスの準備等の作業が不要なため、エッチング処理が簡略化される。

【0050】<実施の形態の変形例>なお、本実施の形態では、図7に示したように、記録ギャップ層12を全体に形成し、フレームパターンを用いて選択的にめっき処理を行うことにより上部磁極13を形成するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、上部磁極13が形成されることとなる領域のみに記録ギャップ層12を選択的に形成するようにしてもよい。

【0051】また、本実施の形態では、単一のめっき膜からなる上部磁極13を形成するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、図14および図15に示したように、複数の部分からなる上部磁極113を形成するようにしてもよい。図15は本実施の形態に対する変形例としての薄膜磁気ヘッドの平面構成を表し、図14は図15に示したXIVA-XIVA線に沿った断面構成を表しており、図14および図15は図6および図10にそれぞれ対応している。なお、この薄膜磁気ヘッドについて以下で説明する点以外の構成および各構成要素の形成材料、形成方法、構造的特徴等は、上記実施の形態の場合と同様である。

【0052】この薄膜磁気ヘッドでは、例えば、記録ギャップ層112が下部磁極7上に配設されている。上部磁極113は、記録ギャップ層112上に配設された上部ポールチップ113Aおよび接続部113Bと、これらにオーバーラップした上部ヨーク113Cとを含んで構成されており、開口部112Kを通じて下部磁極7と磁気的に連結されている。上部ポールチップ113Aは、先端部13Aに対応して一定幅W1を有する先端部113A1と、この先端部113A1の幅W1よりも大きな幅の後端部113A2とを含み、上部ヨーク113Cは、後端部113A2の幅よりも大きな幅の前方部と、この前方部の幅よりもさらに大きな幅の後方部とを含んでいる。薄膜コイル109は、記録ギャップ層112と上部磁極113とにより囲まれた空間に、例えばアルミナなどよりなる絶縁層115により埋設されている。絶縁層115の前端の位置はTHO位置に相当する。

【0053】この薄膜磁気ヘッドを製造する際には、例えば、まず、非磁性導電材料よりなる記録ギャップ層112を下部磁極7上に形成したのち、上記実施の形態において上部磁極13を形成した場合と同様に、記録ギャップ層112をシード層として用いてめっき処理により上部ポールチップ113Aおよび接続部113Bを選択的に形成する。続いて、上部ポールチップ113Aと接続部113Bとの間の空間における記録ギャップ層112上に薄膜コイル109を形成したのち、少なくともこの空間を覆うようにアルミナ層を形成する。続いて、少

13

なくとも上部ボールチップ113Aおよび接続部113Bが露出するまでCMP（化学機械研磨）法などにより全体を研磨して平坦化したのち、この平坦面上に上部ヨーク113Cを形成する。なお、上部ヨーク113Cの形成方法としては、上部ボールチップ113A等の場合と同様にめっき処理を用いてもよいし、他の成膜手法を用いるようにしてもよい。

【0054】このような構成の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法においても、上記実施の形態の場合と同様の効果を得ることができる。ここで、記録ギャップ層112が本発明における「ギャップ層」の一具体例に対応し、上部磁極113が本発明における「第1の磁性層」の一具体例に対応し、先端部113A1が本発明における「第1の磁極先端部分」の一具体例に対応する。

【0055】以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変形することができる。上記実施の形態において説明した薄膜磁気ヘッドの構成および製造方法の詳細は、必ずしも上記実施の形態において説明したものに限らず、非磁性導電材料を用いて記録ギャップ層12を形成することにより、製造時間の短縮や磁極幅の高精度な極微小化を達成することが可能な限り、自由に变形可能である。

【0056】また、例えば、上記実施の形態では、本発明を複合型薄膜磁気ヘッドについて適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録専用の薄膜磁気ヘッド、記録・再生兼用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドまたは書き込み用の素子と読み出し用の素子の積層順序を逆転させた構造の薄膜磁気ヘッドにも適用可能である。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項5ないし請求項9のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、非磁性導電材料を用いてギャップ層を形成したのち、このギャップ層を電極として用いてめっき膜を成長させることにより、ギャップ層上に少なくとも第1の磁極先端部分を形成するようにしたので、非磁性絶縁材料を用いてギャップ層を形成していた従来の場合とは異なり、新たにめっき処理用の電極層を形成する工程やこの新たに形成した電極層を選択的に除去する工程が不要になる。したがって、製造工程数が削減されるため、薄膜磁気ヘッドの製造時間を短縮することができる。

【0058】特に、請求項6ないし請求項8のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、少なくとも第1の磁極先端部分をマスクとして用いて、イオンミリングによりギャップ層を選択的に除去し、引き続

14

き第2の磁性層を所定の深さまで選択的にエッチングするようにしたので、非磁性絶縁材料により構成されたギャップ層をエッチングする場合よりも、ギャップ層のエッチング速度が速くなり、薄膜磁気ヘッドの製造時間を短縮することができる。さらに、ギャップ層のエッチング量が適正化されることから、磁極幅を高精度に極微小化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】図2に示した断面図に対応する平面図である。

【図8】図3に示した断面図に対応する平面図である。

【図9】図4に示した断面図に対応する平面図である。

【図10】本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面構成を表す平面図である。

【図11】本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドに対する比較例としての薄膜磁気ヘッドの断面構成を表す断面図である。

【図12】薄膜磁気ヘッドの製造に要する主な製造工程を説明するための流れ図である。

【図13】トリム構造の形成精度に関する記録ギャップ層のエッチング速度の影響を説明するための図である。

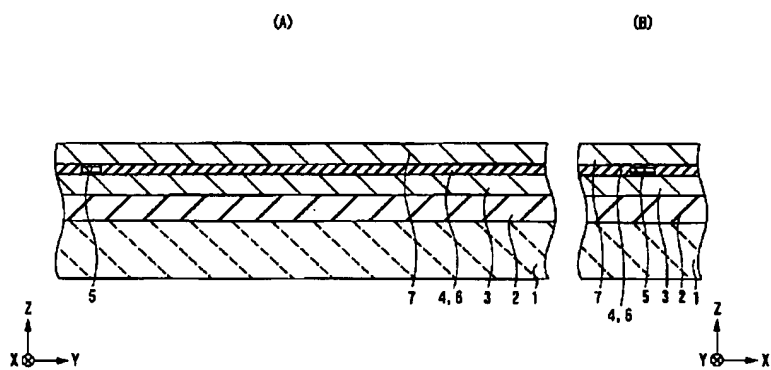
【図14】本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドに対する変形例としての薄膜磁気ヘッドの断面構成を表す断面図である。

【図15】図14に示した薄膜磁気ヘッドの平面構成を表す平面図である。

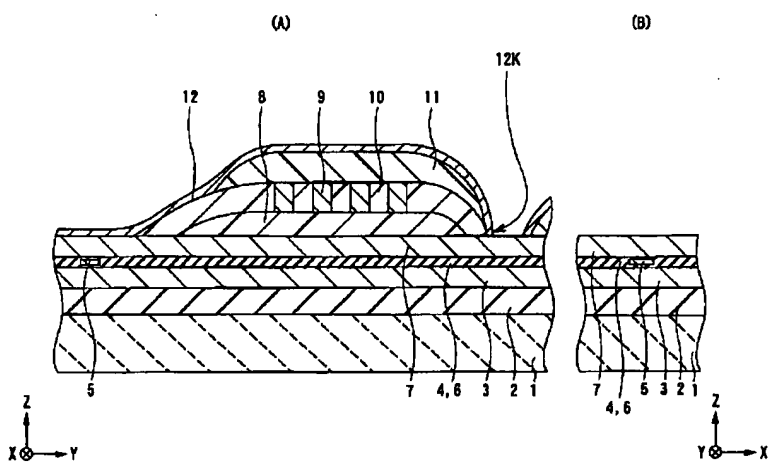
【符号の説明】

1…基板、2, 8, 10, 11, 115…絶縁層、3…下部シールド層、4, 6…シールドギャップ膜、5…MR膜、7(7P)…下部磁極、9, 109…薄膜コイル、12, 112…記録ギャップ層、12K, 112K…開口部、13, 113…上部磁極、13A, 113A1…先端部、13B…ヨーク部、113A…上部ボールチップ、113A2…後端部、113B…接続部、113C…上部ヨーク、14, 114…オーバーコート層、20…エアベアリング面、100…トリム構造、TH…スロートハイト。

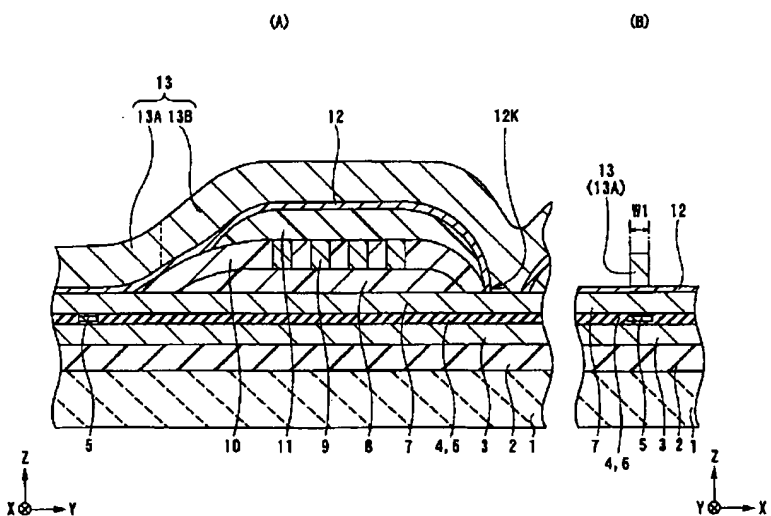
【図1】



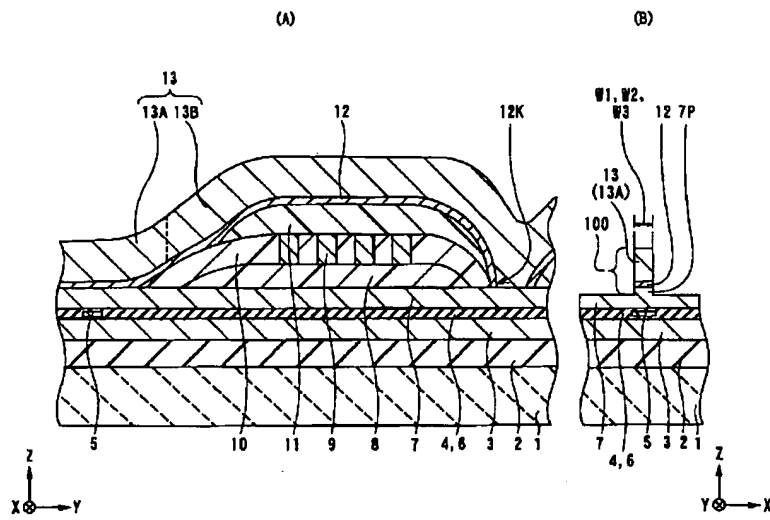
【図2】



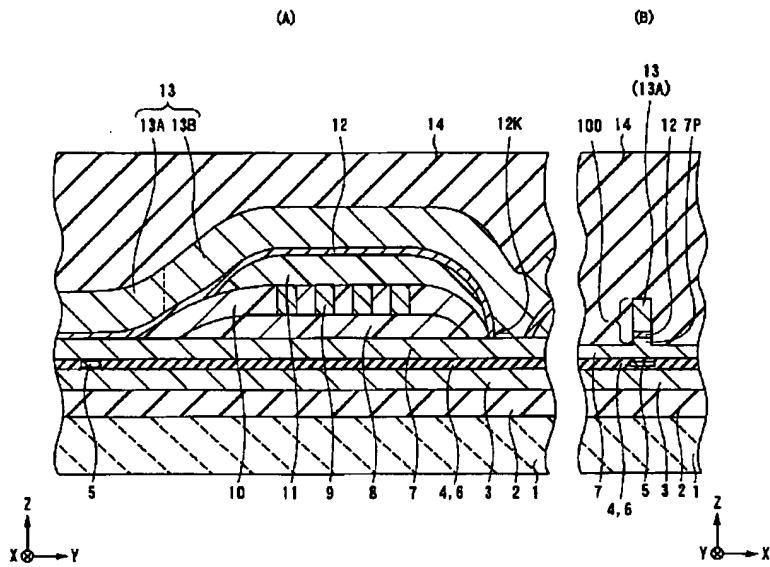
【図3】



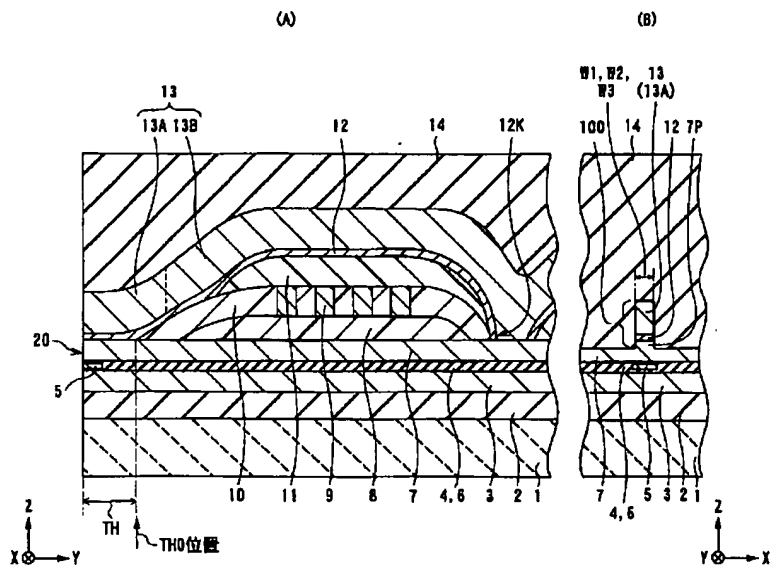
【図4】



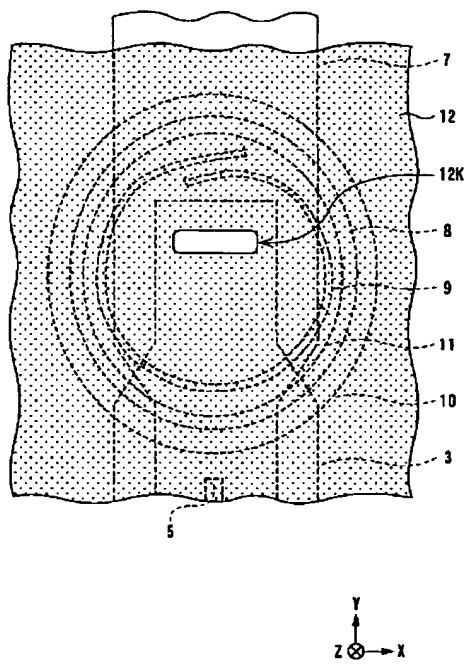
【図5】



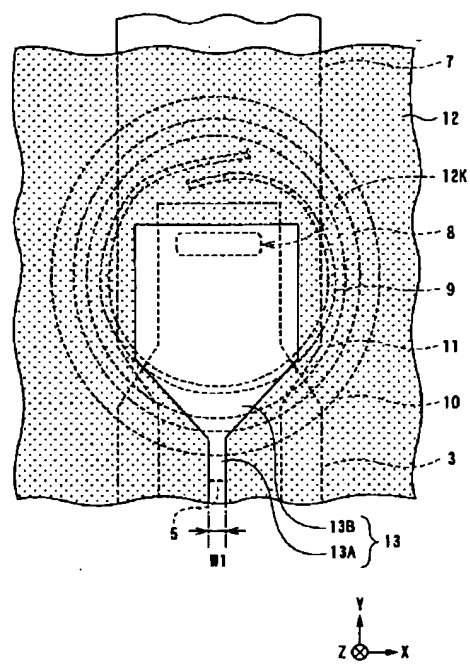
【図6】



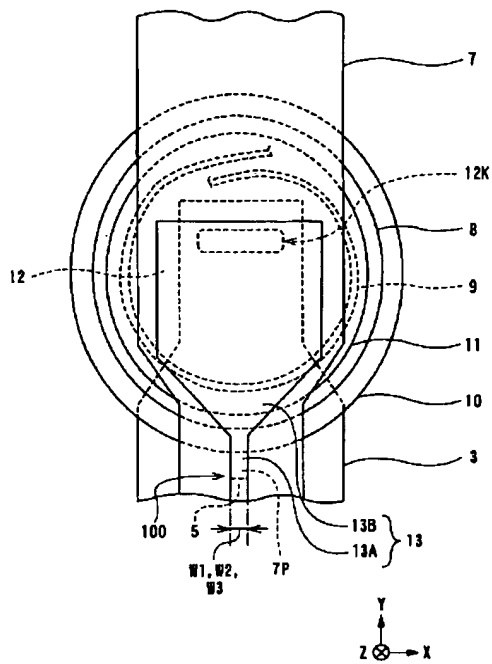
【図7】



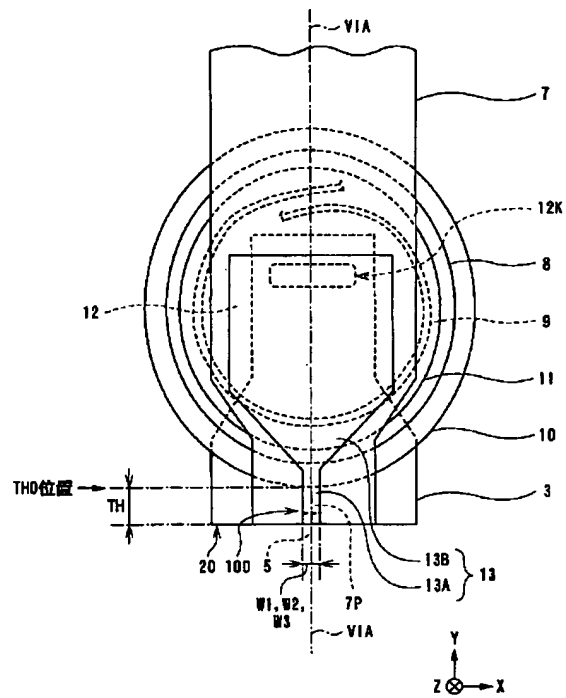
【図8】



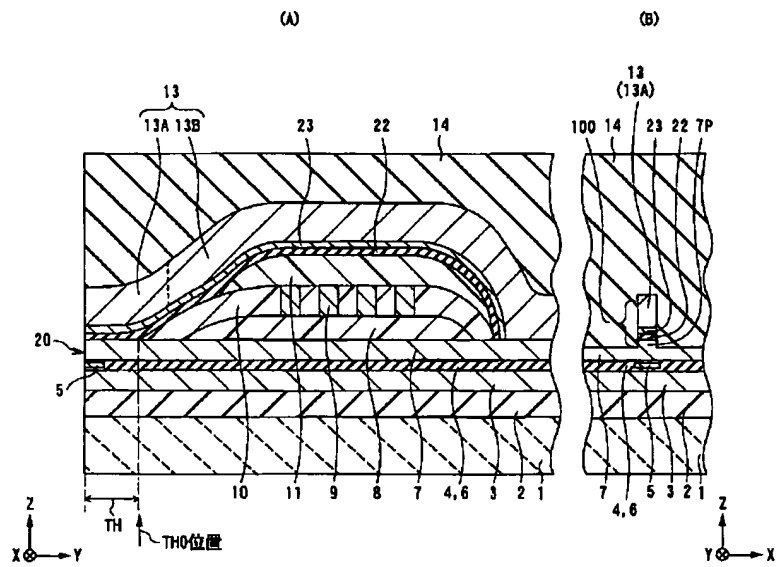
【図9】



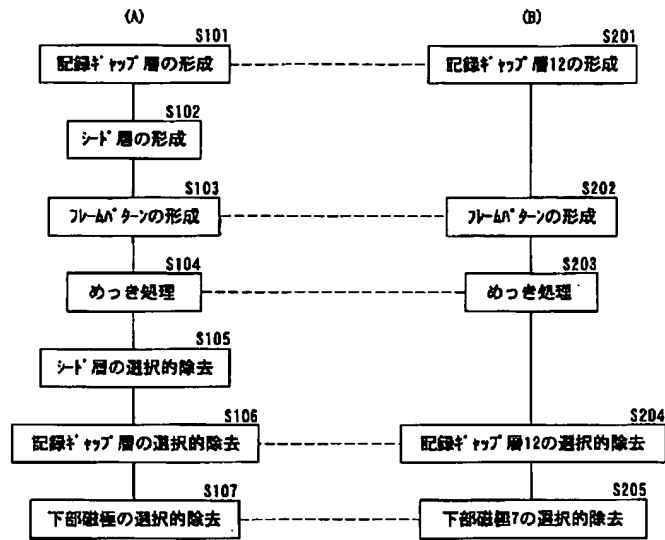
【図10】



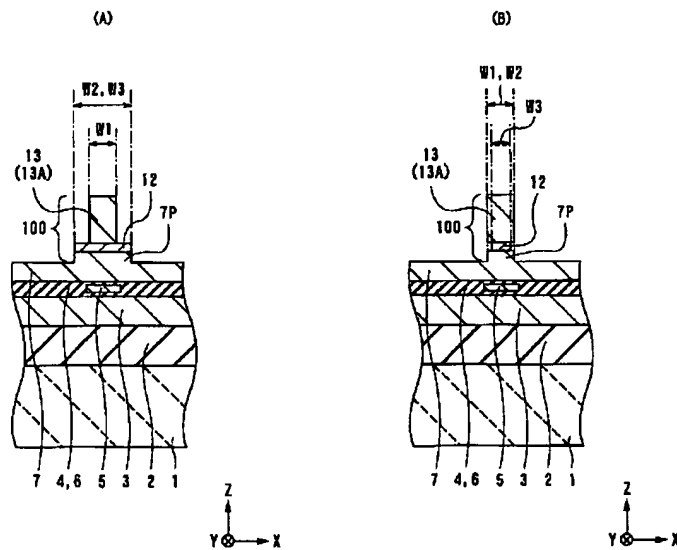
【図11】



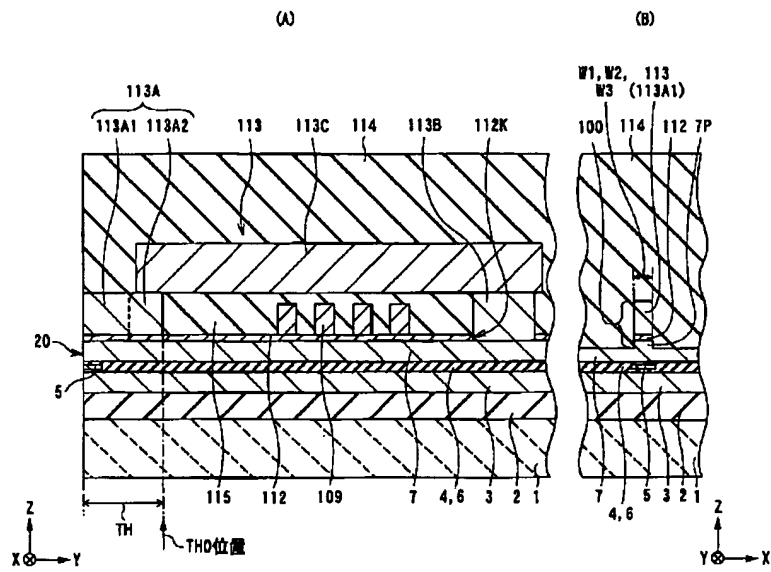
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

